



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 41 712 A 1

51 Int. Cl. 5:  
A 61 B 8/00  
G 01 S 15/89

21 Aktenzeichen: P 42 41 712.0  
22 Anmeldetag: 10. 12. 92  
43 Offenlegungstag: 17. 6. 93

DE 42 41 712 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
13.12.91 JP 3-330265

71 Anmelder:  
Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

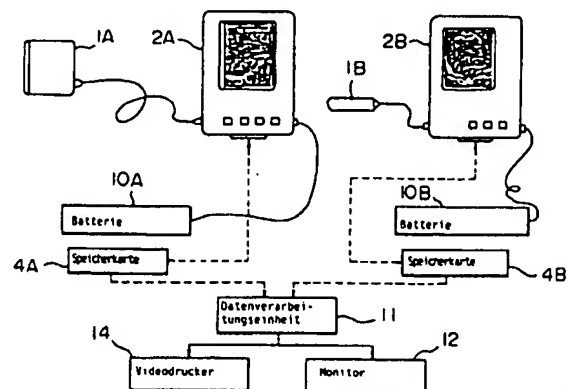
74 Vertreter:  
Strehl, P., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.;  
Schübel-Hopf, U., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Groening,  
H., Dipl.-Ing., 8000 München; Lang, G., Dipl.-Phys.,  
8112 Bad Kohlgrub; Rasch, M., Dipl.-Ing. Univ.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:  
Shinomura, Ryuichi, Higashimatsuyama, JP;  
Takasugi, Wasao, Higashiyamato, JP; Matsunaga,  
Yoshikuni, Hachioji, JP; Katakura, Kageyoshi,  
Tokio/Tokyo, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Ultraschalldiagnosesystem und Speichervorrichtung für ein solches

57 Ein Ultraschalldiagnosesystem weist eine Sonde mit einer Gruppe von Wandlern zum Senden und Empfangen von Ultraschallwellen, ein mit der Sonde (1A, 1B) über ein Kabel verbundenes Hauptsystem (2A, 2B), eine Speicherkarte (4A, 4B) und eine Batterie (10A, 10B) zum Zuführen von Spannung auf. Das Ultraschalldiagnosesystem weist ferner eine Datenverarbeitungseinheit (11) und einen Monitor (12) auf, die getrennt von den obigen Komponenten vorliegen. Die Sonde und das Hauptsystem liegen jeweils für jede Ultraschallabtastbetriebsart gesondert vor. Die Datenverarbeitungseinheit unterwirft die empfangenen Signaldaten, wie sie in der Speicherkarte abgespeichert sind, anspruchsvoller Datenverarbeitung, die vom Hauptsystem nicht ausgeführt werden kann, um dann die Verarbeitungsergebnisse darzustellen. Eine Untersuchungsperson kann die Sonde, das Hauptsystem, die Speicherkarte und die für die Spannungsversorgung vorgesehene Batterie statt eines Stethoskops mitführen, um Diagnosedaten zu erfassen und um die Daten eines Verdacht erregenden Bildes zu verarbeiten, wie es bei der Diagnose am Bett oder bei einem Hausbesuch aufgenommen wurde, wozu die Datenverarbeitungseinheit verwendet wird. Dadurch kann eine genaue Diagnose erstellt werden.



DE 42 41 712 A 1

Die Erfindung betrifft ein medizinisches Ultraschall-diagnosesystem, spezieller ein handliches Ultraschall-diagnosesystem, das ein Arzt statt eines Stethoskops mitführen kann. Ferner betrifft die Erfindung eine externe Speichervorrichtung für ein solches System.

Bisher bekannte Ultraschall-diagnosesysteme weisen im allgemeinen große Abmessungen auf; es ist kaum möglich, kompakte Systeme an ein Krankenbett mitzuführen. Diese Systeme können mit verschiedenen Arten von Sonden verbunden werden, wie einer linearen elektronischen Tastsonde, einer konvexen elektronischen Abtastsonde, einer elektronischen Sektorabtastsonde und einer mechanischen Sektorabtastsonde. Diese Systeme sind so aufgebaut, daß die vorstehend genannten, anschließbaren verschiedenen Arten von Sonden das beste Bild liefern können.

Verschiedene Lehren aus dem Stand der Technik werden nun kurz beschrieben.

JP-A-55-1 51 952 offenbart ein tragbares, kompaktes Ultraschall-diagnosesystem mit integrierten Komponenten, d. h. mit einer elektronischen Abtastsonde mit mehreren linear angeordneten piezoelektrischen Materialien, einer elektronischen Steuereinheit zum Steuern der Funktion der Sonde, einer CRT (Kathodenstrahlröhren)-Anzeige und einer Spannungsquelle zum Zuführen von Betriebsspannung an jedes Teil des Systems. Diese Literaturstelle offenbart auch ein Ultraschall-diagnosesystem mit einer eine Sonde aufweisenden Sondereinheit, einer elektronischen Schaltung zum Steuern derselben, einem Übertragungsschaltungsteil zum Übertragen eines Bildsignals durch Hochfrequenz, eine Sendeanenne und eine Spannungsquelle. Eine Anzeige ist an einem von der Sondereinheit getrennt vorliegenden Teil ausgebildet und empfängt das von der Sondereinheit übertragene Signal, um ein Bild darzustellen.

JP-A-57-1 70 230 offenbart ein Ultraschall-diagnosesystem mit einer Sonde und einer Speichereinheit zum Zwischenspeichern eines von der Sonde reflektierten Echosignals, um das Bild durch ein Fernsehgerät darzustellen. Eine Untersuchungsperson kann ein bewegtes oder stillstehendes Ultraschallbild der Sonde auswählen. Hierzu ist kein spezieller Übertragungspfad zum Auswählen des stillstehenden Bildes erforderlich.

JP-A-62-2 27 326 offenbart ein Ultraschall-diagnosesystem, das so klein ist, das es in einer Tasche mitgeführt werden kann. Diese Literaturstelle zielt darauf hin, ein System anzugeben, das es erlaubt, daß Diagnoseinformation auf einem relativ breiten Anzeigeschirm betrachtet werden kann; zum einfachen Mitführen ist es klein und leicht ausgebildet. Zu diesem Zweck ist das System mit einer flachen Anzeige zum Anzeigen der Diagnoseinformation und mit einem Mechanismus zum Aufnehmen derselben versehen. Dadurch kann die Anzeige im Systemgehäuse untergebracht werden, wenn das System getragen wird und sie kann aus dem Gehäuse herausgenommen werden, wenn das System benutzt wird. Die Literaturstelle offenbart auch ein Ultraschall-diagnosesystem, das mit einem Sondenbefestigungsmechanismus versehen ist, um die Sonde so am Systemgehäuse zu befestigen, daß eine akustische Linse innen liegt, wenn das System getragen wird.

Ein System, wie es in den Fig. 9, 10 und 11 dargestellt ist, ist in JP-A-3-23 853 offenbart. Diese Ultraschall-diagnosesystem weist einen A/D-Wandler 25a zum Umwandeln eines von einer Sonde 30a eingegebenen Ultraschallbildsignals in ein digitales Signal, und eine aus-

tauschbare externe Speichervorrichtung 100a auf. Wie es aus Fig. 11 deutlich erkennbar ist, weist das System ferner eine Steuereinheit 80a zum Auslesen des im externen Speichermedium 100a abzuspeichernden Digitalsignals aus dem A/D-Wandler 75a oder zum Steuern des Auslesevorgangs der gespeicherten Daten aus dem Speichermedium 100a auf, wie auch eine Anzeige 20a zum Darstellen des Digitalsignals von der Steuereinheit 80a. Die Literaturstelle offenbart auch ein Ultraschall-diagnosesystem, das ferner eine Aufzeichnungsausrüstung 200a aufweist, um die in der austauschbaren externen Speichervorrichtung 100a gespeicherten Daten zur Anzeige auszulesen, oder um sie auszugeben. Dieses System führt eine Bildverarbeitung mit einem empfangenen Echosignal aus, um das Bild eines untersuchten Teils darzustellen; es speichert dann, wenn ein deutliches Bild erhalten wurde, die Bilddaten in die von einem Systemgehäuse 10a wegnehmbaren externen Speichervorrichtung ein, und zwar entweder direkt oder nachdem sie in einem Pufferspeicher zwischengespeichert wurden; und es zeigt, falls dies erforderlich ist, die Bilddaten an oder druckt sie aus, was dadurch erfolgt, daß die externe Speichervorrichtung 100a in die Aufzeichnungsausrüstung 200a eingesetzt wird. So kann das System kompakt ausgebildet werden und das Untersuchungsergebnis festhalten, ohne daß es erforderlich ist, gleichzeitig die Aufzeichnungsausrüstung 200a und das Systemgehäuse 10a mitzuführen.

Die Systeme gemäß dem Stand der Technik weisen erhebliche Größe auf, wenn hohe Bildqualität nachgefragt wird, um die Diagnosemöglichkeit zu verbessern, und sie führen zu verschlechterter Bildqualität, wenn die Schaltungsabmessung beschränkt wird, um die Systemgröße zu verringern.

JP-A-55-1 51 952 beschreibt, daß das Bildsignal von der Sonde durch Hochfrequenz übertragen wird und von einem Anzeigeabschnitt empfangen wird, der an einem gesonderten Teil vorhanden ist, um so das Bild anzuzeigen. Dieses Dokument bezieht sich jedoch nicht auf eine Speicherung des empfangenen Signals und ein Aufbewahren derselben in einer externen Speichervorrichtung. Hohe Bildqualität wird durch eine Datenverarbeitungseinheit erzielt, die getrennt von der Ultraschallbildsensoreinrichtung vorliegt.

JP-A-57-1 70 230 beschreibt, daß das stillstehende Bild zu jeder gewünschten Zeit wahlweise von der Sonde aus verändert werden kann, jedoch bezieht sich dieses Dokument nicht auf die Speicherung von Daten und das Festhalten derselben in einer externen Speichervorrichtung. Hohe Bildqualität wird mit Hilfe einer Datenverarbeitungseinheit erzielt, die getrennt von der Ultraschallbildsensoreinrichtung vorliegt.

JP-A-62-2 27 326 weist eine Beschreibung hinsichtlich der flachen Anzeige und des Unterbringens der Sonde innerhalb dem Systemgehäuse auf, bezieht sich jedoch nicht darauf, wie die Bilddaten und die Daten zum empfangenen Signal behandelt werden sollten.

JP-A-3-2 38 853 beschreibt, daß die Probe z. B. eine solche vom mechanischen Sektortyp sein soll, und daß eine Aufzeichnungsvorrichtung mit mehreren Diagnoseeinrichtungen zusammenarbeiten kann. Dieses Dokument bezieht sich jedoch nicht darauf, daß ein Hauptsystem in mehreren Ultraschallabtastbetriebsarten arbeiten kann und es bezieht sich auch nicht darauf, wie Ultraschallabtastbetriebsarten unterschieden werden können und Bilddaten, die in der externen Speichervorrichtung abgelegt sind hinsichtlich jeder untersuchten Person unterschieden werden können. Ferner be-

schreibt das Dokument, das die Aufzeichnungsvorrichtung die in der externen Speichervorrichtung abgespeicherten Bilddaten liest, um ein Bild auszugeben, jedoch nimmt sie nicht Bezug auf die Möglichkeit, daß in der externen Speichervorrichtung abgelegte Daten verschiedenen Arten der Bildverarbeitung unterzogen werden, um die Bildqualität zu verbessern. Weiter werden die Bilddaten dann in der externen Speichervorrichtung abgelegt, wenn die vom Hauptsystem erfaßten Bilddaten ein klares Bild ergeben; sie werden von der Aufzeichnungsvorrichtung ausgegeben. Da das Hauptsystem und die Aufzeichnungsausrüstung dasselbe Bild ausgeben, erhält das Hauptsystem eine große Abmessung, wenn dieselbe Bildqualität nachgesucht wird. Wenn dagegen die Größe des Hauptsystems beschränkt wird, wird die Bildqualität schlecht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ultraschalldiagnosesystem mit einem handlichen Hauptsystem anzugeben, dessen Schaltungsanordnung klein ist, was es erlaubt, daß eine Untersuchungsperson das System statt eines Stethoskops mitführen kann.

Der Erfindung liegt weiter die Aufgabe zugrunde, ein Ultraschalldiagnosesystem anzugeben, bei dem ein getrennt von einem Hauptsystem vorliegender Datenprozessor die vom Hauptsystem empfangenen und vorab in einer externen Speichervorrichtung abgelegten Signaldaten verarbeitet, um dadurch eine höhere Bildqualität zu liefern, wodurch verschiedene Arten von Größen, wie Länge, ein Volumen, eine Fläche, eine Dämpfung, die Schallgeschwindigkeit und die Blutgeschwindigkeit gemessen werden können.

Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein tragbares Hauptsystem anzugeben, das es einer Untersuchungsperson erlaubt, jede Betriebsart auszuführen, wie Ausgeben, Eingeben und Löschen von Daten, die in einem gewünschten Segment einer externen Speichervorrichtung abgelegt werden, und eine externe Speichervorrichtung zum Übertragen der Daten vom oder zum Datenprozessor anzugeben, der getrennt vom Hauptsystem vorliegt.

Die Erfindung ist für das Ultraschalldiagnosesystem durch die Lehren der unabhängigen Ansprüche 1 und 12 gegeben. Ein solches System kann zusätzlich noch eine Batterie zur Spannungsversorgung des Hauptsystems sowie einen DC/AC-Wandler zum Umwandeln der Spannung von der Batterie auf ein erforderliches Potential aufweisen. Ferner kann eine Steuerung für jeden Teil des Hauptsystems vorhanden sein. Eine externe Speichervorrichtung als Speicherkarte zum Aufzeichnen oder Einspeichern empfangener Signaldaten vom Hauptsystem ist durch die Lehre von Anspruch 14 gegeben. Die Datenverarbeitungseinheit und der Monitor können die von der Sonde empfangenen Signaldaten in verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten verarbeiten.

Das Hauptsystem, das das Signal von der Sonde verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten empfängt und Bilddarstellung und Signalverarbeitung ausführen kann, liegt getrennt für jede Abtastbetriebsart vor. Die Bilderstellung und die Signalverarbeitung im Hauptsystem werden nur für eine Sonde in einer besonderen Ultraschallabtastbetriebsart ausgeführt.

Die Einheiten wie der Monitor, der DC/AC-Wandler und die Daten E/A-Einheit, die unabhängig von der Abtastbetriebsart gemeinsam verwendet werden können, sind an einem gemeinsamen Gehäuse befestigt. Eine Hauptsystempatrone, die getrennt vom gemeinsamen Gehäuse vorliegt und aus Einheiten wie dem Anschluß-

teil der Sonde und der Signalverarbeitungseinheit besteht, die abhängig von der Abtastbetriebsart jeweils unterschiedlich sind, wird in das gemeinsame Gehäuse eingeführt, so daß sie mit jeder am gemeinsamen Gehäuse befestigten Einheit verbunden werden kann. So kann das Hauptsystem abhängig vom Abtastsystem erstellt werden.

Wenn das Ultraschalldiagnosesystem mit der externen Speichervorrichtung, wie oben angegeben ausgebildet ist, ist es möglich, ein Ultraschalldiagnosesystem zu realisieren, das kleine Schaltungsabmessungen aufweist und handlich ist. Insbesondere sind nicht nur Arraywandler, sondern auch elektronische Schaltungen wie eine Sender/Empfänger-Schaltung, ein Empfangsverstärker, ein Empfangsstrahlformer und eine Steuerungsschaltung innerhalb der Sonde integriert, und das Hauptsystem ist besonders für jede Ultraschallabtastbetriebsart der Sonde, abhängig vom jeweiligen Untersuchungsobjekt, vorgesehen. Aus diesem Grund werden die Schaltungsabmessungen der Probe und des zugehörigen speziellen Hauptsystems besonders klein, wodurch ein handliches Ultraschalldiagnosesystem realisiert ist.

Bilddaten, HF-Signaldaten oder erfaßte Signaldaten, wie sie dazu erforderlich sind, Bilder zu erzeugen, werden im externen Speichermedium für das Hauptsystem abhängig von verschiedenen Arten von Ultraschallabtastbetriebsarten gespeichert. Da die Datenverarbeitungseinheit zum Lesen der in der externen Speichervorrichtung gelesenen Daten und zum Unterziehen der gelesenen Daten mehreren Arten anspruchsvoller Verarbeitung, sowie ein Monitor getrennt vom Hauptsystem vorliegen, können Bilder hoher Qualität erzielt werden. So können verschiedene Arten von Größen, wie eine Länge, ein Volumen, eine Fläche, eine Dämpfung, die Schallgeschwindigkeit und die Blutgeschwindigkeit gemessen werden.

Ferner ist die äußere Speichervorrichtung, z. B. der Speicher einer Speicherkarte in mehrere Segmente unterteilt und der Speicherzustand jedes Segments wird dargestellt. Daher kann eine Untersuchungsperson auf gewünschte Daten zugreifen, die Daten in der Speicherkarte verändern und Daten dadurch eingeben, daß er ein gekennzeichnetes Bild löscht oder eine neue Speicherkarte verwendet, wenn Diagnose mit einer Speicherkarte ausgeführt wird, deren Speicherkapazität nicht ausreicht. So kann die Untersuchungsperson die externe Speichervorrichtung flexibel verwalten.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von durch Figuren veranschaulichten Ausführungsbeispielen näher beschrieben.

Fig. 1 ist ein veranschaulichendes Blockdiagramm einer Anordnung eines erfindungsgemäßen Ultraschalldiagnosesystems;

Fig. 2 ist ein Blockdiagramm, das den Schaltungsaufbau eines Ausführungsbeispiels der Sonde und des Hauptsystems gemäß der Erfindung zeigt;

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hauptsystems zeigt;

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, das ein anderes Ausführungsbeispiel der Sonde und des Hauptsystems gemäß der Erfindung veranschaulicht;

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Datenverarbeitungseinheit zeigt;

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Speicherkarte zeigt;

Fig. 7A ist eine Seitenansicht, die ein anderes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hauptsystems zeigt;

Fig. 7B ist eine Draufsicht, die ein anderes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Hauptsystems zeigt;

Fig. 7C ist eine Draufsicht auf das Hauptsystem, die ein Beispiel für das Unterbringen der erfindungsgemäßen Sonde zeigt.

Fig. 8A ist eine perspektivische Ansicht, die das gemeinsame Gehäuse zeigt, das unabhängig von der Ultraschallabtastbetriebsart bei der Erfindung verwendet werden kann;

Fig. 8B ist eine perspektivische Ansicht, die eine Hauptsystempatrone zeigt, die sich gemäß der Erfindung von einer Abtastbetriebsart zur anderen unterscheidet;

Fig. 9 ist eine schematische Ansicht, die die Anordnung eines herkömmlichen Ultraschalldiagnosesystems zeigt;

Fig. 10 ist eine perspektivische Ansicht, die die Anordnung des Hauptsystems beim herkömmlichen Ultraschalldiagnosesystem zeigt und

Fig. 11 ist ein Blockdiagramm, das den Schaltungsaufbau beim herkömmlichen Ultraschalldiagnosesystem zeigt.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird nun das Gesamtkonzept des erfindungsgemäßen Ultraschalldiagnosesystems erläutert.

Das erfindungsgemäße Ultraschalldiagnosesystem weist eine Sonde oder eine Gruppe von Sonden 1A, 1B, ..., Hauptsysteme 2A, 2B, ..., die jeweils mit einer zugehörigen Sonde über ein Kabel verbunden sind, Speicherkarten 4A, 4B, ..., Batterien 10A, 10B, ..., eine Datenverarbeitungseinheit 11 und einen Monitor 12 auf. Das Diagnosesystem kann ferner einen Videodrucker 14 aufweisen, falls dies erforderlich ist. Die Sonden 1A, 1B, ... dienen dazu, Ultraschallwellen zu senden oder zu empfangen. Die Hauptsysteme 2A, 2B, ... dienen dazu, von den Sonden empfangene Signaldaten aufzunehmen, die Daten zum Anzeigen eines Bildes zu verarbeiten und die Bilddaten oder die empfangenen Signaldaten (HF-Signaldaten oder erfaßte Signaldaten) zu externen Speichervorrichtungen 4A, 4B, ... zu senden, bei denen es sich um Speicherkarten handelt. Die Speicherkarten 4A, 4B, ... dienen dazu, die Bilddaten oder die empfangenen Signaldaten, einen Kennzeichnungscode (z. B. für eine elektronische, lineare Abtastsonde) für das Hauptsystem, Patienteninformationsdaten (z. B. IDs, die dem Diagnosedatum, dem Namen der Untersuchungsperson, dem Namen des Patienten, der Aufzeichnungsnummer und der Krankheitsvorgeschichte entsprechen) aufzuzeichnen. Die Batterien 10A, 10B, ... dienen dazu, die Hauptsysteme 2A, 2B, ... mit Spannung zu versorgen. Die Datenverarbeitungseinheit 11 dient dazu, aus den Speicherkarten 4A, 4B, ... die empfangenen Signaldaten, den Kennzeichnungscode für das Hauptsystem sowie die Patienteninformationsdaten auszulesen und die Ultraschallabtastbetriebsart auf Grundlage des Kennzeichnungscode für das Hauptsystem zu erkennen, um die gelesenen Daten einer anspruchsvollen Datenverarbeitung zu unterziehen, die durch die Hauptsysteme nicht ausgeführt werden kann. Der Monitor 12 dient dazu, das Ergebnis der Datenverarbeitung anzuzeigen. Der Videodrucker 14 dient dazu, das Ergebnis der Datenverarbeitung auszugeben. Die Hauptsysteme liegen für verschiedene Ultraschallabtastbetriebsarten getrennt vor, und sie werden dazu verwendet, mit den

Sonden paarweise zusammenzuarbeiten. Z.B. liegen eine Sonde und ein Hauptsystem sowohl für lineares elektronisches Abtasten, konvexes elektronisches Abtasten, elektronisches Sensorabtasten, mechanisches Sensorabtasten, usw. vor. Bei der Diagnose werden eine Sonde und ein Hauptsystem jeweils als Paar verwendet. Die Sonden und Hauptsysteme können als gesonderte Teile hergestellt werden und über ein Kabel oder einen Verbinder miteinander verbunden werden. Sie können auch integral für Verbindung über ein Kabel miteinander oder innerhalb desselben Gehäuses ohne Verwendung eines Kabels ausgebildet sein.

Fig. 1 zeigt den Fall, gemäß dem zwei Sonden und zwei Hauptsysteme für lineares elektronisches Abtasten und mechanisches Sektorabtasten vorhanden sind. Das Hauptsystem 2A ist für das lineare elektronische Abtasten vorgesehen, während das Hauptsystem 2B für das mechanische Sektorabtasten vorgesehen ist. Die Speicherkarten 4A und 4B sowie die Batterien 10A und 10B können individuell oder gemeinsam für die Hauptsysteme 2A und 2B verwendet werden. Die Datenverarbeitungseinheit 11, der Monitor 12 und der Videodrucker 14 können gemeinsam für die Speicherkarten 4A und 4B verwendet werden.

Wenn eine bestimmte Untersuchungsperson eine Diagnose unter Verwendung der Sonde 1A und des für lineares elektronisches Abtasten vorgesehenen Hauptsystems 2A ausführt, können die Bilddaten oder das empfangene Signal in der Speicherkarte 4A abgespeichert werden. Wenn eine andere Untersuchungsperson eine Diagnose an einem anderen Ort unter Verwendung der Sonde 1B und des für mechanische Sektorabtastung vorgesehenen Hauptsystems 2B ausführt, können die Bilddaten oder das empfangene Signal in der Speicherkarte 4B abgespeichert werden, die dasselbe Format aufweist, wie die Speicherkarte 4A. Wenn die Untersuchungsperson die Speicherkarte 4A in die getrennt von den Hauptsystemen 2A und 2B vorliegende Datenverarbeitungseinheit 11 einsetzt und ein Segment oder einen Bereich der Speicherkarte 4A für mit Hilfe des Hauptsystems 2A abgespeicherte Daten kennzeichnet, erkennt die Datenverarbeitungseinheit 11 die Ultraschallabtastbetriebsart automatisch als die Betriebsart für lineares elektronisches Abtasten, was auf Grundlage des Kennzeichnungscode für das Hauptsystem 2A erfolgt, wie er im gekennzeichneten Bereich abgespeichert ist, und sie führt automatisch oder mit einer von der Untersuchungsperson eingestellten Bedingung eine Datenverarbeitung für lineares elektronisches Abtasten aus. Desgleichen identifiziert, wenn die andere Untersuchungsperson die Speicherkarte 4B in die Datenverarbeitungseinheit 11 einsetzt und ein Segment der Speicherkarte 4B kennzeichnet, in dem mit Hilfe des Hauptsystems 2B abgespeicherte Daten abgelegt sind, die Datenverarbeitungseinheit 11 automatisch die Ultraschallabtastbetriebsart als Betriebsart für mechanisches Sektorabtasten, was auf Grundlage des im gekennzeichneten Bereich abgespeicherten Kennzeichnungscode für das Hauptsystem 2B erfolgt, und sie führt die entsprechende Datenverarbeitung automatisch oder abhängig von einer von der Untersuchungsperson vorgegebenen Bedingung aus. Beim Ultraschalldiagnosesystem mit dem in Fig. 1 dargestellten Aufbau ist die Anzahl von Hauptsystemen größer als diejenige von Datenverarbeitungseinheiten 11. Wenn erforderlich, wählt die Untersuchungsperson eine Sonde und ein Hauptsystem aus, das nur diejenigen Signaldaten verarbeitet, die abhängig von der Abtastbetriebsart für diese Sonde emp-

fangen wurden, und sie führt eine Diagnose aus. Wenn die Untersuchungsperson es beabsichtigt, eine Diagnose unter Verwendung mehrerer Sonden für verschiedene Abtastbetriebsarten auszuführen, benötigt sie eine Batterie und Hauptsysteme entsprechend den verschiedenen Abtastbetriebsarten.

Die vom Hauptsystem 2A getrennt vorliegende Datenverarbeitungseinheit 11 liest die in der Speicherkarte 4A abgespeicherten Daten, um diese Daten einer anspruchsvolleren Datenverarbeitung zu unterziehen, als sie der im Hauptsystem 2A ausgeführten Signalverarbeitung entspricht, und sie stellt das aufgrund der Datenverarbeitung erstellte Ergebnis auf dem Monitor 12 dar. Wenn erforderlich, kann das Datenverarbeitungsergebnis an den Videodrucker 14 oder mehrere Speichervorrichtungen ausgegeben werden. Dadurch kann die Untersuchungsperson mit Hilfe der Datenverarbeitungseinheit 11 die Verarbeitung (z. B. fortschrittliche Interpolationsverarbeitung, Echohervorhebung,  $\gamma$ -Korrektur, Optimierung der Verstärkungskurve, Korrelationsverarbeitung, usw.) ausführen, wie sie derjenigen eines hochleistungsfähigen, Ultraschalldiagnosesystems entspricht, um dadurch ein hochaufgelöstes Bild für eine zu untersuchende Person zu erhalten, wodurch fortschrittliche Diagnoseinformation erhalten wird. So kann die Untersuchungsperson mit Hilfe der Datenverarbeitungseinheit 11 bei diesem Ausführungsbeispiel das am Bett oder bei einem Hausbesuch betrachtete Bild in ein genaueres Diagnosebild umwandeln. Übrigens kann eine getrennt ausgeführte Gleichspannungsversorgung statt der Batterie verwendet werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 2 wird dieses Ausführungsbeispiel nun detaillierter erläutert. Fig. 2 zeigt die detaillierte Anordnung einer Sonde und eines Hauptsystems, wobei als Beispiel gemäß 1 die Anordnung aus einer Sonde 1A für lineares elektronisches Abtasten mit zugehörigem Hauptsystem 2A, und der Sonde 1B für mechanisches Sektorabtasten und des zugehörigen Hauptsystems 2B verwendet wird.

Die Sonde 1A für lineares elektronisches Abtasten weist Arraywandler 21, eine Sende/Empfangs-Schaltung 22A zum Senden/Empfangen einer Ultraschallwelle, einen Empfangsverstärker 24A zum Verstärken der empfangenen Ultraschallwelle sowie eine Steuerung A zum Steuern der Sende/Empfangs-Schaltung 22A und des Empfangsverstärkers 24A auf. So sind ebenso viele Signalleitungen erforderlich, wie Wandler für gleichzeitiges Senden und Empfangen vorhanden sind, um die Ausgangssignale des Empfangsverstärkers 24A an das Hauptsystem 2A zu übertragen. Die zusätzlich zu diesen Leitungen erforderlichen Leitungen sind nur eine Spannungsversorgungsleitung zum Empfangen der vom DC/AC-Wandler 29 im Hauptsystem 2A empfangenen Spannung zum Betreiben der Sonde 1A, sowie eine Steuerleitung zum Übertragen eines Steuersignals zwischen dem Hauptsystem 2A und der Sonde 1A. Daher können das Hauptsystem 2A und die Sonde 1A über biegsame, leichte Kabel miteinander verbunden werden.

Als alternative Anordnung kann das Hauptsystem 2A die Sende/Empfangsschaltung 22A und den Empfangsverstärker 24A aufweisen, und statt dessen weist die Sonde 1A die elektronischen Schaltungen wie diese Sende/Empfangs-Schaltung 22A und den Empfangsverstärker 24A nicht auf, sondern sie beinhaltet nur die Arraywandler 21. In diesem Fall wird die Probe 1A klein, jedoch nimmt die Anzahl von Signalleitungen zum Senden und Empfangen der Ultraschallwellen zu, so daß das Kabel zum Verbinden der Sonde 1A und des Haupt-

systems dick und schwer wird. Durch Umwandeln der verschiedenen Arten von Signalen in optische Signale und durch entsprechendes Verbinden der Sonde 1A und des Hauptsystems 2A kann das Kabel jedoch dünn ausgebildet werden. Auf diese Weise können die Signale sowohl in Form eines optischen oder hochfrequenten Signals als auch als elektrisches Signal übertragen werden.

Die Sonde 1B für mechanisches Sektorabtasten weist einen Wandler 46, einen mechanischen Abtastteil 47 zum mechanischen Abtasten des Wandlers 46, eine Sende/Empfangs-Schaltung 22B, einen Empfangsverstärker 24B und eine Steuerung A 23B zum Steuern des mechanischen Abtastteils 47, der Sende/Empfangs-Schaltung 22B und des Empfangsverstärkers 24B auf.

Das Hauptsystem 2A dient dazu, nur die empfangenen Signaldaten von der Sonde 1A für lineares elektronisches Abtasten zu verarbeiten. Das Hauptsystem 2A beinhaltet einen Empfangsstrahlformer 25 zum Formen des Ultraschallstrahls der gesendeten oder empfangenen Welle, eine Signalverarbeitungseinheit 27A zum Verarbeiten der empfangenen Signaldaten, einen Monitor 28 zum Darstellen des Bildes für eine zu untersuchende Person, für die in der Signalverarbeitungseinheit 27A verarbeiteten Daten, einen Daten-E/A-Port 30 zum Übertragen von Information an die Speicherkarte 4A, wobei es sich um die Bilddaten oder die empfangenen Signaldaten, Patienteninformationsdaten, den Hauptsystem-Kennzeichnungscode, usw. handelt, einen DC/AC-Wandler 29 zum Umwandeln der von der Spannung 10A gelieferten Spannung in die erforderliche Spannung, sowie eine Steuerung B 26A, um den Empfangsstrahlformer 25, die Signalverarbeitungseinheit 27A, den Monitor 28, den Daten-E/A-Port 30 und den DC/AC-Wandler 29 zu steuern.

Das vom Empfangsverstärker 24A gesendete Signal wird in vier unten beschriebenen Betriebsarten verarbeitet. Bei der ersten Signalverarbeitung wird das vom Empfangsverstärker 24A gesendete A/D-gewandelte Signal unverändert in der Speicherkarte 4A über den Daten-E/A-Port 30 abgespeichert. Bei der zweiten Signalverarbeitung wird dieses Signal vom Empfangsstrahlformer 25 signalverarbeitet und das fortschreitende oder das endgültige Verarbeitungsergebnis wird in Form digitaler Daten über den Daten-E/A-Port 30 in der Speicherkarte 4A abgespeichert. Bei der dritten Signalverarbeitung wird das vom Empfangsverstärker 24A gesendete Signal durch den Empfangsstrahlformer 25 signalverarbeitet und weiter durch die Signalverarbeitungseinheit 27A signalverarbeitet, um auf dem Monitor 28 darzustellende Bilddaten zu erlangen, und die Daten werden auch als Digitaldaten über den Daten-E/A-Port 30 in der Speicherkarte 4A abgespeichert. Bei der vierten Signalverarbeitung wird eine Mehrzahl der ersten bis dritten Verarbeitungen ausgeführt.

Obwohl die Dateneinspeicherung in die Speicherkarte 4A für die Daten jedes gewünschten, vorübergehend festgehaltenen Bildes ausgeführt wird, kann sie auch auf solche Weise ausgeführt werden, daß gewünschte Bilder aufeinanderfolgend in die Speicherkarte 4A eingespeichert werden.

Das Hauptsystem 2B dient dazu, nur die Empfangssignaldaten zu verarbeiten und zu steuern, die von der Sonde 1A für mechanische Sektorabtastung gesendet werden. Das Hauptsystem 2B unterscheidet sich vom Hauptsystem 2A dahingehend, daß es keinen Empfangsstrahlformer 25 aufweist.

Das vom Empfangsverstärker 24B gesendete Signal

wird in den drei nachfolgend beschriebenen Betriebsarten signalverarbeitet. Bei der ersten Signalverarbeitung wird das vom Empfangsverstärker 24B gesendete A/D-gewandelte Signal unverändert über den Daten-E/A-Port 30 in die Speicherkarte 4B eingespeichert. Bei der zweiten Signalverarbeitung wird dieses Signal durch die Signalverarbeitungseinheit 27B signalverarbeitet, um auf dem Monitor 28 darzustellende Bilddaten zu erlangen, und es wird auch in Form digitaler Daten über den Daten-E/A-Port 30 in die Speicherkarte 4B eingespeichert. Bei der dritten Signalverarbeitung werden sowohl die erste als auch die zweite Verarbeitung ausgeführt.

Wie oben beschrieben, wird das von den Signalverarbeitungseinheiten 27A oder 27B eingelesene Empfangssignal unverändert in ein HF- oder ein Meßsignal A/D-gewandelt, und das digitalisierte Signal wird in die Speicherkarte 4A oder 4B eingespeichert, bei denen es sich um externe Speichervorrichtungen handelt.

Die konkreten Konfigurationen der Signalverarbeitungseinheiten 27A, 27B, ... und der Steuerungen A, B, 26A, 26B, ... in den Hauptsystemen unterscheiden sich abhängig von der verwendeten Ultraschallabtastbetriebsart. Andererseits unterscheiden sich die Monitore 28, die Daten-E/A-Ports und die DC/AC-Wandler 29 in den Hauptsystemen nicht stark voneinander in Abhängigkeit von der gewählten Ultraschallabtastbetriebsart, sondern sie sind im wesentlichen für jede Ultraschallabtastbetriebsart gleich.

Die Signalverarbeitungseinheiten 27A und 27B, ... können so ausgebildet sein, daß sie für mehrere Ultraschallabtastbetriebsarten verwendbar sind, wie lineares elektronisches Abtasten, konvexes elektronisches Abtasten, elektronisches Sektorabtasten und mechanisches Sektorabtasten. Dies vergrößert jedoch die Schaltungsabmessung, so daß sie bei der Erfindung so ausgebildet sind, daß sie jeweils für eine vorgegebene Ultraschallabtastbetriebsart anwendbar sind. Dadurch kann der Schaltungsaufbau der Hauptsysteme 2A und 2B, ... vereinfacht werden, sie können klein und leicht ausgebildet werden, und sie können auch zu geringen Kosten hergestellt werden.

Die Signalverarbeitungseinheiten 27A und 27B, ... führen keine Verarbeitung zum Messen einer Länge oder einer Fläche aus, sondern sie verfügen nur über eine einfache Funktion, z. B. eine solche zum Verarbeiten nur eines minimalen Ultraschallbildes, wie es dazu erforderlich ist, eine Diagnose für eine untersuchte Person zu erstellen.

Die in den Speicherkarten 4A und 4B, ... eingespeicherten, empfangenen Signaldaten weisen im wesentlichen mehr Information auf, als sie den Bildern entspricht, die auf den Monitoren 28 in den Hauptsystemen 2A und 2B, ... dargestellt werden. Daher führt die Datenverarbeitungseinheit 11 unter Verwendung der in den Speicherkarten 4A und 4B, ... abgelegten HF-Signaldaten oder des empfangenen Signals eine anspruchsvollere Datenverarbeitung aus, um verschiedene Arten von Information verfügbar zu machen.

Fig. 3 veranschaulicht schematisch ein erfindungsgemäßes, tragbares Ultraschalldiagnosesystem. Dieses besteht im wesentlichen aus einer Sonde 1, einem Hauptsystem 2, einer Batterie 10 und einer Speicherkarte 4. Das Hauptsystem 2 weist eine Anzeige 3, wie eine leichte Flachanzeige mit geringer Stromaufnahme, wie eine LCD auf. Das Hauptsystem 2 verfügt über einen Verstärkungssteuerungsschalter 5, einen Betriebsartschalter 6A, einen Halteschalter 6B, einen Datensendesalter 6C, einen Hauptschalter 7, usw. auf. Die Speicherkarte

4 ist in einem Speicherkartenverbinder 9 des Hauptsystems 2 befestigt. Die Batterie 10 ist mit einem Spannungsversorgungsverbinder 8 des Hauptsystems verbunden, um letzteres mit Spannung zu versorgen. In einem Zustand, bei dem der Hauptschalter 7 auf "ein" steht, wird dem Hauptsystem 2 Spannung zugeführt, damit es betriebsfähig ist.

Der Betriebsartschalter 6A dient dazu, die Betriebsart der Signalverarbeitung anzuzeigen, wie die erste bis vierte oder bis dritte Signalverarbeitung, wie sie in Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben wurden. Der Halteschalter 6B dient dazu, ein gewünschtes Bild zeitweilig festzuhalten, um es als Standbild darzustellen. Wenn der Datensendesalter 6C eingeschaltet wird, werden die Bilddaten oder die Empfangssignaldaten an die Speicherkarte 4 übertragen. Der Verstärkungssteuerungsschalter 5 dient dazu, die Signalverstärkung einzustellen. Eine Anzeige 13, die während des Übertragens von Daten zum Aufleuchten gebracht wird, zeigt an, daß nun Daten übertragen werden, was es erlaubt, daß das Übertragen/Einspeichern von Daten erkannt werden kann. Wenn der Halteschalter 6B und der Datenübertragungsschalter 6C gleichzeitig eingeschaltet werden, kann das Halten eines Bildes und das Übertragen der Bilddaten aufeinanderfolgend überholt werden. Wenn andererseits der Halteschalter 6B und der Datenübertragungsschalter 6C ausgeschaltet werden, werden das Festhalten eines Bildes und das Übertragen von Bilddaten angehalten.

Diese Schalter sind so angeordnet, daß sie leicht mit einer Hand bedient werden können. Fig. 3 zeigt eine Anordnung, bei der diese Schalter mit dem Daumen betätigt werden können, wenn das Hauptsystem in der linken Hand gehalten wird. Diese Schalter können auch auf der anderen Seite als der in Fig. 3 dargestellten angeordnet werden, so daß sie mit anderen Fingern betätigt werden können. Eine Untersuchungsperson bedient die in Berührung mit dem Körper eines Patienten gehaltene Probe 1 mit seiner rechten Hand und bedient das Hauptsystem 2 mit seiner linken Hand. Selbstverständlich kann die Benutzung der Hände auch umgekehrt werden.

Fig. 4 zeigt eine Konfiguration für eine Sonde 1 für lineares elektronisches Abtasten und das zugehörige Hauptsystem 2, bei dem das HF-Signal oder das erfaßte Signal direkt an eine Speicherkarte 4 übertragen wird. Diese Konfiguration wird dadurch realisiert, daß das Ausgangssignal vom Empfangsstrahlformer 25 direkt auf einen Bilddaten-E/A-Port gegeben wird. Wenn die Speicherkarte 4 eine Digitalspeicherkarte ist, wird das HF-Signal oder das erfaßte Signal vor dem Einspeichern in die Speicherkarte in ein Digitalsignal umgewandelt. Wenn die Speicherkarte 4 eine Analogspeicherkarte ist, werden das HF-Signal oder das erfaßte Signal ohne Umwandlung in ein Digitalsignal in die Speicherkarte eingespeichert.

Die Sonde 1 für lineares elektronisches Abtasten weist Arraywandler 21, eine Sende/Empfangs-Schaltung 22 zum Senden/Empfangen einer Ultraschallwelle, einen Empfangsverstärker 24 zum Verstärken der empfangenen Ultraschallwelle, einen Empfangsstrahlformer 25 zum Formen der Ultraschallwelle der gesendeten oder empfangenen Welle, sowie eine Steuerung A 23 zum Steuern der Sende/Empfangs-Schaltung 22, des Empfangsverstärkers 24 und des Empfangsstrahlformers 25 auf. Der Empfangsstrahlformer 25 ist in der Sonde 1 vorhanden. Er synchronisiert Phasen der empfangenen Signale miteinander und addiert dann die



empfangenen Signale zu einem Ausgangssignal. So ist nur eine Signalleitung erforderlich, um das Ausgangssignal vom Empfangsstrahlformer 25 an das Hauptsystem 2 zu übertragen. Die zusätzlich zu dieser Leitung erforderlichen Leitungen sind nur eine Spannungsversorgungsleitung zum Empfangen der vom DC/AC-Wandler 29 im Hauptsystem 2 zugeführten Spannung, um die Sonde 1 zu betreiben, und eine Steuerleitung zum Übertragen eines Steuersignals zwischen dem Hauptsystem 2 und der Sonde 1. Daher können das Hauptsystem 2 und die Sonde 1 über biegsame und leichte Kabel miteinander verbunden werden.

Das Hauptsystem 2 kann nur die Sonde 1 für lineares elektronisches Abtasten steuern, und sie dient dazu, nur die Empfangssignaldaten von der Sonde 1 zu verarbeiten. Das Hauptsystem 2A beinhaltet einen Signalverarbeitungsteil 27 zum Verarbeiten der Empfangssignaldaten, einen Monitor 28 zum Darstellen des Bildes für eine zu untersuchende Person, einen Daten-E/A-Port 30 zum Übertragen der Information an die Speicherkarte 4, wie der Bilddaten, der HF-Signaldaten oder der erfaßten Signaldaten, wie sie zum Erzeugen eines Bildes erforderlich sind, von Patienteninformationsdaten, des Hauptsystem-Kennzeichnungscode, usw., einen DC/AC-Wandler 29 zum Umwandeln der von der Batterie 10 zugeführten Spannung in eine erforderliche Spannung, und eine Steuerung B 26 zum Steuern des Signalverarbeitungsteils 27, des Monitors 28, des Daten-E/A-Ports 30 und des DC/AC-Wandlers 29.

Das vom Empfangsstrahlformer 25 zugeführte Signal wird in den drei nachfolgend beschriebenen Betriebsarten signalverarbeitet. Bei der ersten Signalverarbeitung wird das vom Empfangsstrahlformer 25 zugeführte, A/D-gewandelte Signal unverändert über den Daten-E/A-Port 30 in die Speicherkarte 4 eingespeichert. Bei der zweiten Signalverarbeitung wird das vom Empfangsstrahlformer 25 gesendete Signal durch die Signalverarbeitungseinheit 27 signalverarbeitet, um auf dem Monitor 28 darzustellende Bilddaten zu erstellen, und sie werden auch als Digitaldaten über den Daten-E/A-Port 30 in die Speicherkarte 4A eingespeichert. Bei der dritten Signalverarbeitung werden sowohl die erste als auch die zweite Verarbeitung ausgeführt.

Wie oben beschrieben wird das vom Signalverarbeitungsteil 27 aufgenommene Empfangssignal A/D-unverändert als HF-Signal oder erfaßtes Signal A/D-gewandelt und das digitalisierte Signal kann in die Speicherkarte 4 eingespeichert werden, bei der es sich um eine externe Speichervorrichtung handelt.

Die Signalverarbeitungseinheit 27 kann so ausgebildet sein, daß sie für verschiedene Ultraschallabtastbetriebsarten Verwendung finden kann, wie für lineares elektronisches Abtasten, konvexes elektronisches Abtasten, elektronisches Sektorabtasten und mechanisches Sektorabtasten. Dies erhöht jedoch die Schaltungsabmessungen, so daß sie bei der Erfindung so aufgebaut ist, daß sie für eine besondere Ultraschallabtastbetriebsart verwendet wird. Dadurch kann die Schaltungskonfiguration des Hauptsystems 2 vereinfacht werden, es kann eine kleine Größe und kleines Gewicht erhalten, und es kann auch mit geringen Kosten hergestellt werden. Wenn das Abtasten einer Sonde in einer anderen Abtastbetriebsart unter Verwendung der Funktion einer Teilschaltung des Hauptsystems für eine bestimmte Abtastbetriebsart gesteuert werden kann und die Sonden vom Hauptsystem entfernbar sind, ist es klar, daß das Hauptsystem gemeinsam verwendet werden kann.

Es ist zu beachten, daß der Signalverarbeitungsteil 27

keine Verarbeitung zum Messen der Länge und der Fläche aufweist, sondern nur eine einfache Funktion ausübt, z. B. eine Funktion zum Verarbeiten nur eines Ultraschallminimalbildes, um eine Diagnose für eine zu untersuchende Person zu stellen.

Fig. 5 zeigt den grundsätzlichen Aufbau im Signalverarbeitungsteil in der Datenverarbeitungseinheit 11, die getrennt vom Hauptsystem vorliegt. Im Betrieb wird Information von der in einen Daten-E/A-Port 31 der Datenverarbeitungseinheit 11 eingesetzten Speicherkarte ausgelesen, wie Bilddaten oder Empfangssignaldaten (HF-Signaldaten oder erfaßte Signaldaten), Patienteninformationsdaten, der Hauptsystem-Kennzeichnungscode, usw. Die obige Information, insbesondere der Hauptsystem-Kennzeichnungscode (für die Ultraschallabtastbetriebsart) wird so identifiziert, daß mit ihr eine Datenverarbeitung in einem Datenverarbeitungsteil 32 ausgeführt werden kann. Die von der Speicherkarte ausgelesenen Bilddaten können auf einem Monitor 12 dargestellt werden.

Wenn vom Hauptsystem ein Segment der Speicherkarte mit abgespeicherten Inhalten spezifiziert wird, wird das Ultraschallabtastsystem automatisch abhängig vom Kennzeichnungscode des Hauptsystems, wie er im spezifizierten Segment abgespeichert ist, identifiziert, um eine dafür geeignete Datenverarbeitung automatisch oder mit einer von einer Untersuchungsperson eingestellten Bedingung auszuführen.

Genauer gesagt, unterwirft ein Signalprozessor 34 die im Speicher 33 abgelegten Empfangssignaldaten einer Verarbeitung wie einer Interpolation, und das Verarbeitungsergebnis wird in einen Speicher 35 eingespeichert. Ein D/A-Wandler 36 wandelt das Ergebnis in ein Analogsignal um, das an den Monitor 12 zu senden ist. Der Signalprozessor 34 führt auch eine Wandlung betreffend die Abtastung für die Anzeige auf dem Monitor aus. Die Abtastumwandlung, die Interpolation, die Verarbeitung zum Messen einer Fläche und einer Länge sowie die Datenverarbeitung für die Empfangssignaldaten, wie sie im Signalprozessor 34 ausgeführt werden, können auch unter Verwendung eines Personalcomputers 37 ausgeführt werden.

Die Datenverarbeitungseinheit 11 kann durch eine Kombination eines mit einem Bildspeicher, einem Monitor und einer Lesevorrichtung für die Speicherkarte versehenen Abtastwandlers und eines Computers realisiert werden. Das mit einer Lesevorrichtung für die Speicherkarte versehene Ultraschalldiagnosesystem kann als Datenverarbeitungseinheit 11 verwendet werden.

Die in der Speicherkarte abgelegten Empfangssignaldaten werden nicht nur der Datenverarbeitung durch das Hauptsystem unterworfen, sondern auch einer anspruchsvolleren Datenverarbeitung durch den Datenverarbeitungsteil 32 in der Datenverarbeitungseinheit 11. Das Ergebnis wird als Bild auf dem Monitor dargestellt, oder es wird verschiedenen Arten von Speichervorrichtungen zugeführt. Z.B. kann ein Bild hoher Qualität auf einer Ausgabevorrichtung mit hoher Auflösung dargestellt werden. So kann eine Untersuchungsperson mit Hilfe der Datenverarbeitungseinheit 11 eine Verarbeitung (z. B. fortschrittliche Interpolationsverarbeitung, Echoanhebung,  $\gamma$ -Korrektur, Optimierung einer Verstärkungskurve, Korrelationsprozeß, usw.) ausführen, die derjenigen bei einem herkömmlichen Ultraschalldiagnosesystem entspricht oder noch besser ist, um ein Bild hoher Auflösung mit fortschrittlicher Diagnoseinformation für eine zu untersuchende Person zu

erhalten.

So kann die Untersuchungsperson mit Hilfe der Datenverarbeitungseinheit 11 das an einem Bett oder bei einem Hausbesuch aufgenommene Bild durch Meßverarbeitung für mehrere Arten von Größen wie eine Länge, ein Volumen, eine Fläche, eine Dämpfung, die Schallgeschwindigkeit und die Blutgeschwindigkeit sowie durch fortschrittliche Interpolationsverarbeitung, Echoanhebung,  $\gamma$ -Korrektur, Optimierung einer Verstärkungskurve, usw. in ein genaueres Diagnosebild umwandeln. Das von der Datenverarbeitungseinheit 11 erhaltene Verarbeitungsergebnis kann in der Speicherkarte abgelegt werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 6 wird nun die bei der Erfindung verwendete Speicherkarte erläutert. Die Speicherkarte 4 überträgt die Empfangssignaldaten und mehrere Arten von Information vom Hauptsystem oder zur Datenverarbeitungseinheit 11 oder umgekehrt über einen Karten-E/A-Port 39. Die Speicherkarte 4 beinhaltet einen Datenspeicherteil, in dem Bilddaten und/oder Empfangssignaldaten (HF-Signaldaten oder Erfassungssignaldaten, wie sie zum Erzeugen eines Bildes erforderlich sind) aufgezeichnet sind, und einen Informationsaufzeichnungsteil, in dem ein Hauptsystem-Kennzeichnungscode (zum Identifizieren der Ultraschallabtastbetriebsart), und Patienteninformationsdaten abgelegt (z. B. IDs, die dem Diagnosedatum, dem Namen der Prüfungsperson und dem Namen des Patienten entsprechen, eine Kartenummer und der Krankheitsverlauf). Die Speicherkarte 4 weist einen in mehrere Segmente (Speicherbereiche) unterteilten Speicher mit jeweils vorgegebener Speichergröße auf, wozu der Datenaufzeichnungsteil 40B und ein Flagaufzeichnungsteil 41 gehören, der dazu dient, anzuzeigen, ob Daten abgespeichert sind oder nicht. Die Speicherkarte 4 weist auch einen Segmentanzeigeteil auf, der dazu dient, anzuzeigen, ob Daten in jedes Segment eingespeichert wurden, und mit dem das Segment spezifiziert werden kann, in das Daten eingespeichert werden sollen, oder aus dem Daten gelöscht werden sollen.

Zur Kürze der Erläuterung wird angenommen, daß der Speicher der Speicherkarte in sechs Segmente unterteilt ist und er höchstens sechs Sätze von Bilddaten oder Empfangssignaldaten speichern kann, um sechs Bilder zu erzeugen. Der Segmentanzeigeteil 43 besteht aus Schaltern und Licht aussendenden Einrichtungen wie LEDs.

Wenn Daten eingegeben werden, werden diese im ersten Segment des Speichers abgelegt. Dann wird ein Flag, das anzeigt, daß Daten in den Speicher eingespeichert wurden, im entsprechenden Bereich des Flagaufzeichnungsteils 41 aufgezeichnet. Dieses Flag treibt einen Anzeigetreiber 42 so, daß eine dem ersten Segment des Speichers entsprechende LED im Segmentanzeigeteil 43 aufleuchtet. Der Segmentanzeigeteil 43 ist mit dem Daten-E/A-Port des Hauptsystems 2 oder dem Daten-E/A-Port 31 der Datenverarbeitungseinheit 11 für seinen Vertrieb verbunden. Unter Verwendung des Schalters im Segmentanzeigeteil 43 kann eine Untersuchungsperson das Segment spezifizieren, in das Daten einzuspeichern sind. Wenn ein bestimmtes Segment spezifiziert wird, setzt ein Adreßeinstellteil A 44 die Startadresse des spezifizierten Segmentes ein, und ein Adreßeinstellteil B 45 speichert die Daten in das spezifizierte Segment ein. Das Vorsehen von Löschschaltern erlaubt es, daß ein Segment spezifiziert werden kann, aus dem Daten gelöscht werden sollen. Wenn der Schalter zum Betätigen des brennbar an der Speicherkarte

befestigten Segmentanzeigeteils 43 eingeschaltet wird, ist der Speicherungszustand der Segmente direkt von der Speicherkarte selbst erfahrbare. Die Speicherkarte ist mit einer Spannungsversorgung versehen, die dazu dient, ihre verschiedenen Teile mit Spannung zu versorgen.

Das Segmentanzeigeteil 43 kann eine Kombination eines Flüssigkristallpanels und eines Fingerspitzentablets sein.

Ferner können alle Teilbetriebsabläufe zum Kennzeichnen eines Segments, wie oben beschrieben, vom Hauptsystem 2 oder von der Datenverarbeitungseinheit 11 ausgeführt werden. In diesem Fall ist es nicht erforderlich, daß die Speicherkarte selbst den Segmentanzeigeteil 43 aufweist. Weiterhin besteht das für den Speicher verwendete Speicherformat aus dem Datenaufzeichnungsteil, in dem die Bilddaten oder die Empfangssignaldaten aufgezeichnet sind, dem Informationsaufzeichnungsteil, in dem der Hauptsystemkennzeichnungscode, die Patienteninformationsdaten usw. aufgezeichnet sind, und dem Flagaufzeichnungsteil, in dem das Vorhandensein oder Fehlen von in den Segmenten abgespeicherter Daten aufgezeichnet ist, jedoch können andere Speicherformate verwendet werden. Auch ist es möglich, die Menge aufgezeichneter Information dadurch zu erniedrigen, daß die Daten oder die Information vor der Aufzeichnung mit einer (nicht dargestellten) geeigneten Informationsverdichtungseinrichtung behandelt wird.

Ein anderes Ausführungsbeispiel des Hauptsystems 2, das sich von dem von Fig. 3 unterscheidet, wird nun erläutert. Fig. 7A ist eine Seitenansicht dieses Hauptsystems 2 und Fig. 7B ist eine Draufsicht auf dasselbe. Eine Anzeige 3 ist so ausgebildet, daß sie in der in Fig. 7A angezeigten Richtung beweglich ist. Wenn die Anzeige 3 aufgestellt wird, wenn das Hauptsystem verwendet wird, und sie in eine Ausgangslage zurückgestellt wird, wenn sie nicht verwendet wird, bildet die Außenform des Hauptsystems 2 eine gleichförmige Oberfläche. Ein Flachanzeigepanel, das bei der Erläuterung von Fig. 3 als ein solches beschrieben wurde, das zur Anzeige verwendet wird, kann so am Hauptsystem befestigt sein, daß es frei verdrehbar ist. Ein Gehäuseraum, in dem die Sonde 1 unterzubringen ist, ist in einem Bereich des Hauptsystems vorhanden. Eine Schützeinrichtung 15 ist am Hauptsystem 2 befestigt, um die Sonde 1 zu schützen und ihre Beweglichkeit zu verbessern. Die Speicherkarte 4 wird innerhalb des Gehäuses des Hauptsystems 2 mitgeführt.

Ein Kartenleser 16 dient dazu, eine ID-Karte oder eine elektronische Aufzeichnungskarte zu lesen, in der eine Patientenummer, eine ID-Nummer, eine Aufzeichnungsnummer, der Krankheitsverlauf, usw. aufgezeichnet sind. Nur vorgegebene, erforderliche Daten der in der ID-Karte oder elektronischen Aufzeichnungskarte aufgezeichneten Daten werden am Anfang von Segmenten aufgezeichnet, die noch keine Daten speichern, oder in einem Bereich des Informationsdatenteils 40B eines spezifizierten Segments. Fig. 7C ist eine Draufsicht auf ein Hauptsystem 2', in dem eine Ultraschallsonde für Sektorabtastung (mechanische oder Ringarrayprobe) ein Strich untergebracht ist. Auch bei diesem Beispiel ist der Gehäuseraum, in dem die Sonde 1' unterzubringen ist, in einem Teil des Hauptsystems 2' vorgesehen, und eine Schützeinrichtung 15' ist am Hauptgehäuse 2' befestigt, um die Sonde 1' zu schützen und ihre Beweglichkeit zu verbessern.

Übrigens sind in den Fig. 7A, 7B und 7C, die haupt-



sächlich die Außenform des Hauptsystems zeigen, verschiedene in Fig. 3 dargestellte Schalter zum Vereinfachen der Darstellung nicht gezeigt.

Es wird nun ein Ausführungsbeispiel des Hauptsystems erläutert, das so aufgebaut ist, daß es ein Gehäuse aufweist, das unabhängig von der Ultraschallabtastbetriebsart gemeinsam verwendbar ist. Wie in Fig. 8A dargestellt, ist die Erscheinungsform des gemeinsamen Gehäuses 50 ähnlich demjenigen des in Fig. 3 dargestellten Hauptsystems 2. Das gemeinsame Gehäuse 50 weist von einer Untersuchungsperson zu bedienende Schalter 5, 6A, 6B, 6C und 7, eine Anzeige 3, einen DC/AC-Wandler, einen Daten-E/A-Teil, einen Spannungsversorgungsverbinder 8 usw. auf und es kann von einer Hauptsystempatrone 51 in jeder beliebigen Ultraschallabtastbetriebsart genutzt werden, wie dies unten beschrieben wird. Die Hauptsystempatrone 51 ist mit einer Sonde 1 versehen, deren Ausbildung von der Ultraschallabtastbetriebsart abhängt; sie weist einen Signalverarbeitungsteil, einen Empfangsstrahlformer, eine Steuerung B usw. auf. Die Hauptsystempatrone 51 wird vorab als getrenntes Gehäusestück so hergestellt, daß sie in eine Einschubaufnahme 52 des Hauptgehäuses 2 eingesetzt werden kann, um mit dem letzteren über einen Verbinder verbunden zu sein. Die Hauptsystempatrone 51 wird für jede von mehreren verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten hergestellt. Sie ist mit einem Sondengehäuse 53 versehen, in dem die Sonde unterzubringen ist. Die Sonde 1 wird, nachdem sie untergebracht ist, wie in Fig. 4 von einer Schutzeinrichtung abgedeckt. Die Sonde 1 und die Hauptsystempatrone 51 stehen über einen Verbinder und ein Kabel miteinander in Verbindung; sie können auch direkt über ein Kabel ohne einen Verbinder integriert miteinander verbunden sein. Die abhängig von einer jeweiligen Ultraschallbetriebsart ausgewählte Hauptsystempatrone 51 wird in die Einschubaufnahme 52 eingeschoben, um mit dem gemeinsamen Gehäuse 50 verbunden zu sein. So kann das Hauptsystem abhängig von der jeweiligen Ultraschallabtastbetriebsart erstellt werden. Das Hauptsystem kann also dadurch erstellt werden, daß eine Hauptsystempatrone mit dem gemeinsamen Gehäuse kombiniert wird. Aus diesem Grund muß eine Untersuchungsperson selbst dann, wenn sie Diagnosen mit verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten vornimmt, nur die erforderliche und minimal erforderliche Anzahl von Einheiten vorbereiten, und er kann am Diagnoseort leicht auf eine von mehreren verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten umwechseln. So kann die Beweglichkeit des Hauptsystems weiter verbessert werden.

Beim obigen Ausführungsbeispiel kann das Ultraschalldiagnosesystem selbst die Datenverarbeitungseinheit 11 und den Monitor 12 ersetzen. In diesem Fall kann das Hauptsystem 2 als Teil am Diagnosesystem angebracht sein, und wenn es erforderlich ist, kann es weggenommen und mitgeführt werden.

Gemäß der bisherigen Beschreibung ist die externe Speichervorrichtung eine Speicherkarte. Genauer gesagt, kann die externe Speichervorrichtung jedoch beliebig gewählt werden, z. B. als IC-Karte, als optische Karte, die Information unter Verwendung von Laserlicht lesen oder schreiben kann, eine Magnetkarte, eine Floppy Disk oder eine magnetooptische Platte. Die IC-Karte erfordert eine Kapazität von etwa 512 k Worten für jedes Bild, wenn ein HF-Signal nach Strahlformung/Addition aufzuzeichnen ist. Wenn angenommen wird, daß ein Wort aus 8 Bits besteht, erlaubt es eine IC-Karte mit 4 MByte theoretisch, Daten für sieben Bilder aufzu-

zeichnen, jedoch kann sie wegen der Aufzeichnung von Patienteninformation nur die Daten für weniger als sieben Bilder aufzeichnen. Wenn Bilddaten aufzuzeichnen sind, sind Daten von etwa 1 MBits erforderlich, wenn angenommen wird, daß jedes Bild durch  $256 \times 512 \times 8$  Bits dargestellt wird, so kann jede Karte Daten für 20 oder mehr Bilder darstellen. Vor der Strahlformung/Addition entspricht die erforderliche Kapazität der Aperturanzahl nach der Strahlformung/Addition, wobei symmetrische Strahlen die halbe Kapazität erfordern. Daher ist im Hauptsystem eine Funktion zum Aufzeichnen von Daten in unterteilter Weise in zwei oder mehr Karten vorhanden, wenn die erforderlichen Daten bei einer Abtastbetriebsart, die eine große Speicherkapazität erfordert, nicht in einer Karte aufgezeichnet werden können, was jedoch von der Abtastbetriebsart abhängt. Es können auch zwei Daten-E/A-Ports zum Eingeben/Ausgeben von Daten vorgesehen sein, über die eine jeweilige externe Speichervorrichtung mit dem Hauptsystem verbunden wird. In diesem Fall werden zwei IC-Karten in das Hauptsystem eingesetzt, um die Daten aufzuzeichnen. Wenn die erforderlichen Daten nicht in einer IC-Karte aufgezeichnet werden können, wird von einem Daten-E/A-Port auf den anderen umgeschaltet, um die Daten in der anderen IC-Karte aufzuzeichnen. In der Regel ist es erwünscht, daß die externe Speichervorrichtung eine Kapazität von 1 MByte oder mehr aufweist.

Bei einem Format weist das tragbare Diagnosesystem eine solche Form auf, daß eine Untersuchungsperson es in einer Hand halten kann und seine mehreren Schalter mit dieser Hand bedienen kann. Bei einem System mit der Form, wie sie in Fig. 3 dargestellt ist, ist es z. B. erwünscht, daß es ein Gewicht von 1 kg, eine Länge von 25 cm oder weniger, eine Breite von 12 cm oder weniger und eine Höhe von etwa 5 cm und ein Kabel mit einer Länge von etwa 1 m aufweist. Bei einem anderen Format kann das System mit einem Anzeigepaneel einer Größe von etwa 22 cm (9 Zoll) und einer Tastatur versehen sein, wie bei einem Laptop, so daß die Untersuchungsperson es auf ihre Knie, ein Bett oder einen Tisch setzen kann.

Wie oben beschrieben sind erfindungsgemäß eine Datenverarbeitungseinheit zum Ausführen anspruchsvoller Signalverarbeitung und eine Daten-Ausgabe/Anzeige-Vorrichtung getrennt von einem Hauptsystem ausgeführt, und das Hauptsystem und eine mit diesem verbundene Sonde sind jeweils für eine bestimmte Ultraschallabtastbetriebsart ausgebildet, so daß das Hauptsystem kompakt hergestellt werden kann und ein handliches Ultraschalldiagnosesystem realisiert werden kann, was es ermöglicht, daß eine Bedienungsperson das Diagnosesystem statt eines Stethoskops verwenden kann.

Da das Hauptsystem dadurch erstellt werden kann, daß ein unabhängig von der Ultraschallabtastbetriebsart verwendbarer Hauptkörper und eine Hauptsystempatrone, deren Ausgestaltung von der Ultraschallabtastbetriebsart abhängt, miteinander kombiniert werden, muß eine Bedienperson ferner dann, wenn sie eine Diagnose in mehreren verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten vornehmen möchte, nur die erforderliche und minimale Anzahl von Einheiten vorbereiten, und sie kann am Diagnoseort leicht die Abtastbetriebsart auf eine von mehreren verschiedenen Ultraschallabtastbetriebsarten wechseln. So kann die Beweglichkeit des Hauptsystems weiter verbessert werden.

Bei der erfindungsgemäßen Systemkonfiguration und

der erfindungsgemäßen Speicherkarte kann das Hauptsystem kompakt ausgebildet werden, die empfangenen Daten oder die Bilddaten können in der Speicherkarte abgespeichert werden, und ein hochqualitatives Bild, wie es von einer Datenverarbeitungseinheit für anspruchsvolle Datenverarbeitung erstellt wird, die getrennt vom Hauptsystem vorliegt, kann an eine Bildausgabevorrichtung für hohe Auflösung ausgegeben werden. So kann hochauflösende, fortschrittliche Diagnoseinformation erzielt werden.

#### Patentansprüche

1. Ultraschalldiagnosesystem zum Senden und Empfangen einer Ultraschallwelle, um ein Bild eines Teils eines zu untersuchenden Körpers darzustellen, **gekennzeichnet durch**:
  - ein Hauptsystem (2), das aus einem Signalverarbeitungsteil (27) zum Verarbeiten empfangener Signaldaten zum Erstellen eines Bildes, einer Anzeige (28) zum Darstellen des erstellten Bildes und einem Daten-E/A-Port (30) zum Senden der empfangenen Signaldaten an eine externe Speichervorrichtung zum Einspeichern derselben besteht;
  - eine Sonde (1), die mit dem Hauptsystem verbunden ist und ein Wandlerarray zum Senden und Empfangen der Ultraschallwellen aufweist;
  - eine Datenverarbeitungseinheit (11), die getrennt vom Hauptsystem vorliegt und dazu dient, die empfangenen Signaldaten aus der externen Speichervorrichtung auszulesen, um mehrere Datenverarbeitungsarten auszuführen, um dadurch Diagnoseinformation zu erhalten; und
  - einen Monitor (12) zum Darstellen des Datenverarbeitungsergebnisses.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptsignalverarbeitungsteil und die Anzeige im Hauptsystem nur für die Abtastbetriebsart ausgebildet sind, in der die mit dem Hauptsystem verbundene Sonde arbeiten kann.
3. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Anzeige und ein Daten-E/A-Port, die gemeinsam unabhängig von der Ultraschallabtastbetriebsart verwendet werden können, mit einem gemeinsamen Gehäuse (50) verbunden sind und eine Hauptsystempatrone (51), die getrennt vom Hauptgehäuse vorliegt und aus Schaltungseinheiten mit einem Signalverarbeitungsteil besteht, der für eine besondere Ultraschallabtastbetriebsart vorgesehen ist, in das gemeinsame Gehäuse so eingesetzt ist, daß sie mit diesem verbunden werden kann, wodurch ein Hauptsystem gebildet ist, das nur für eine Sonde verwendet werden kann, die die besondere Abtastbetriebsart aufweist.
4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sonde und das Hauptsystem integral ausgebildet sind.
5. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Spannung von einer getrennt vom Hauptsystem ausgebildeten Gleichspannungsquelle (10) zugeführt wird.
6. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Bildverarbeitungsteil verarbeiteten Bilddaten oder die zuvor vorhandenen Daten in der externen Speichervor-

richtung aufgezeichnet werden.

7. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere zeitlich aufeinanderfolgende Bilddaten, wie sie vom Signalverarbeitungsteil verarbeitet werden, in der externen Speichervorrichtung aufgezeichnet werden.
8. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in der externen Speichervorrichtung aufgezeichneten Daten umfangreicher sind, als es der Information des vom Hauptsystem angezeigten Bildes entspricht.
9. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Speichervorrichtung mehrere Segmente mit jeweils vorgegebener Speichergröße zum Aufzeichnen der vom Bildverarbeitungsteil verarbeiteten Bilddaten oder der zuvor vorliegenden Daten sowie eines Kennzeichnungscode für das Hauptsystem, und einen Anzeigeteil aufweist, um anzuzeigen, ob in den Segmenten etwas aufgezeichnet ist oder nicht.
10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Speichervorrichtung eine Einrichtung zum Kennzeichnen des Segments aufweist, in das die vom Bildverarbeitungsteil verarbeiteten Bilddaten oder die vorigen Daten sowie ein Kennzeichnungscode für das Hauptsystem einzuspeichern sind, oder aus dem Daten zu löschen sind.
11. System nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die externe Speichervorrichtung eine IC-Karte, eine optische Karte, eine Magnetkarte, eine Floppy Disk oder eine magnetooptische Platte ist.
12. Ultraschalldiagnosesystem zum Senden und Empfangen von Ultraschallwellen, um das Bild eines Teils eines zu untersuchenden Körpers anzuzeigen, **gekennzeichnet durch**:
  - ein Hauptsystem (2), das aus einem Signalverarbeitungsteil (27) zum Verarbeiten empfangener Signaldaten zum Erstellen eines Bildes, einer Anzeige (28) zum Darstellen des erfaßten Bildes und einem Daten-E/A-Port (30) besteht, zum Aufzeichnen der vom Bildverarbeitungsteil verarbeiteten Bilddaten oder der zuvor vorliegenden Daten und eines Kennzeichnungscode für das Hauptsystem in einer externen Speichervorrichtung aufweist;
  - eine Sonde (1), die mit dem Hauptsystem verbunden ist und ein Wandlerarray zum Senden und Empfangen von Ultraschallwellen aufweist;
  - eine Datenverarbeitungseinheit (11), die getrennt vom Hauptsystem vorliegt, um die vom Bildverarbeitungsteil verarbeiteten Bilddaten oder die zuvor vorliegenden Daten sowie einen Kennzeichnungscode für das Hauptsystem aus der externen Speichervorrichtung auszulesen, und um die Abtastbetriebsart auf Grundlage des Kennzeichnungscode zu bestimmen, um mehrere Datenverarbeitungsarten auszuführen, um dadurch Diagnoseinformation zu erstellen; und
  - einen Monitor (12) zum Darstellen des Datenverarbeitungsergebnisses.
13. System nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptsignalverarbeitungsteil und die Anzeige im Hauptsystem nur für die Abtastbetriebsart der mit dem Hauptsystem verbundenen

Sonde ausgebildet sind, und daß die Anzeige und der Daten-E/A-Port, die gemeinsam unabhängig von der Ultraschallabtastbetriebsart gemeinsam verwendet werden können, an einem gemeinsamen Gehäuse (50) befestigt sind, und daß eine Hauptspeicherpatrone (51), die getrennt vom gemeinsamen Gehäuse vorliegt und aus Schaltungseinheiten einschließlich eines Signalverarbeitungsteils besteht, der für eine besondere Ultraschallabtastbetriebsart ausgebildet ist, in das gemeinsame Gehäuse so eingesetzt ist, daß es mit diesem verbunden werden kann, wodurch ein Hauptsystem gebildet ist, das nur mit einer Sonde mit der besonderen Abtastbetriebsart verwendet werden kann.

14. Externe Speichervorrichtung für ein Ultraschalldiagnosesystem, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Segmente mit jeweils vorgegebener Speichergröße zum Aufzeichnen der vom Bildverarbeitungsteil verarbeiteten Bilddaten oder der zuvor vorliegenden Daten sowie eines Kennzeichnungs-codes für das Hauptsystem, und einen Anzeigeteil aufweist, um anzuzeigen, ob in den Segmenten etwas aufgezeichnet ist oder nicht.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 1

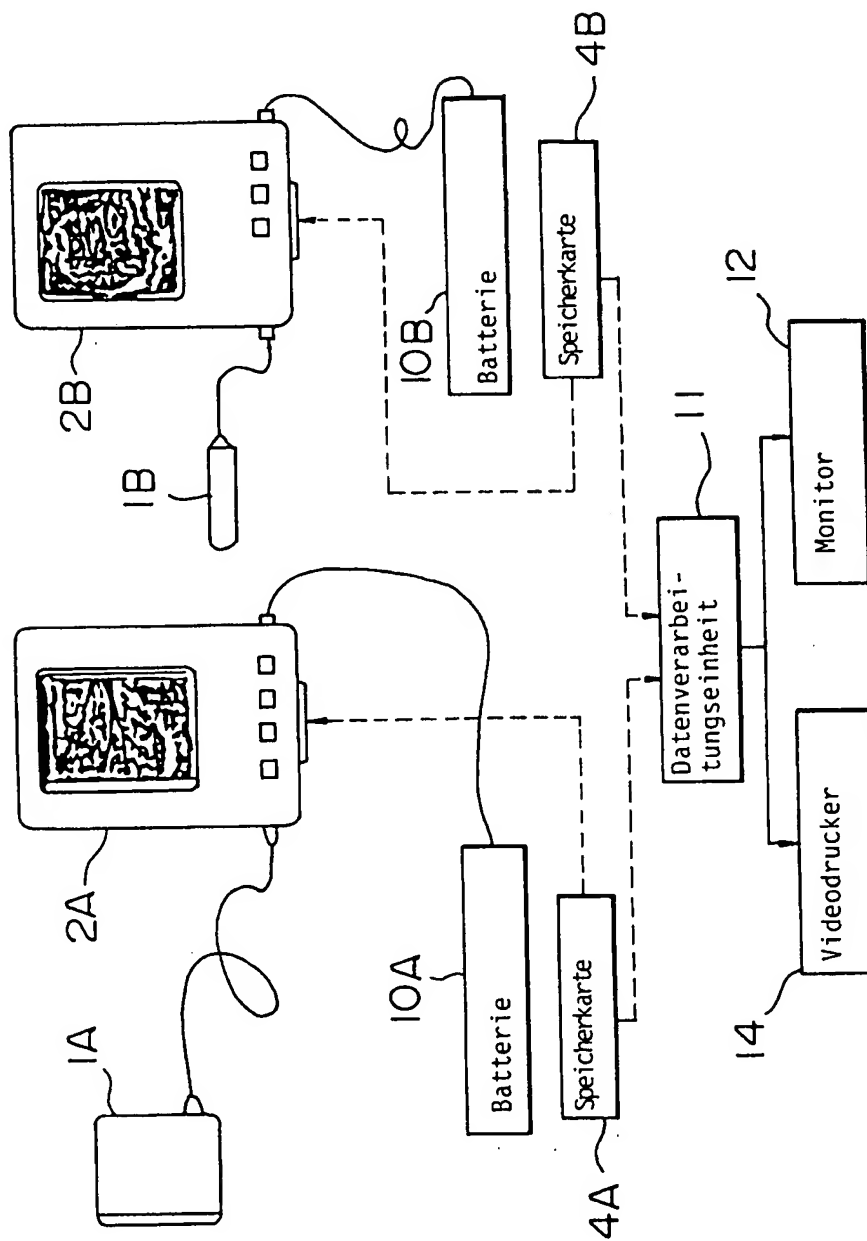


FIG. 2

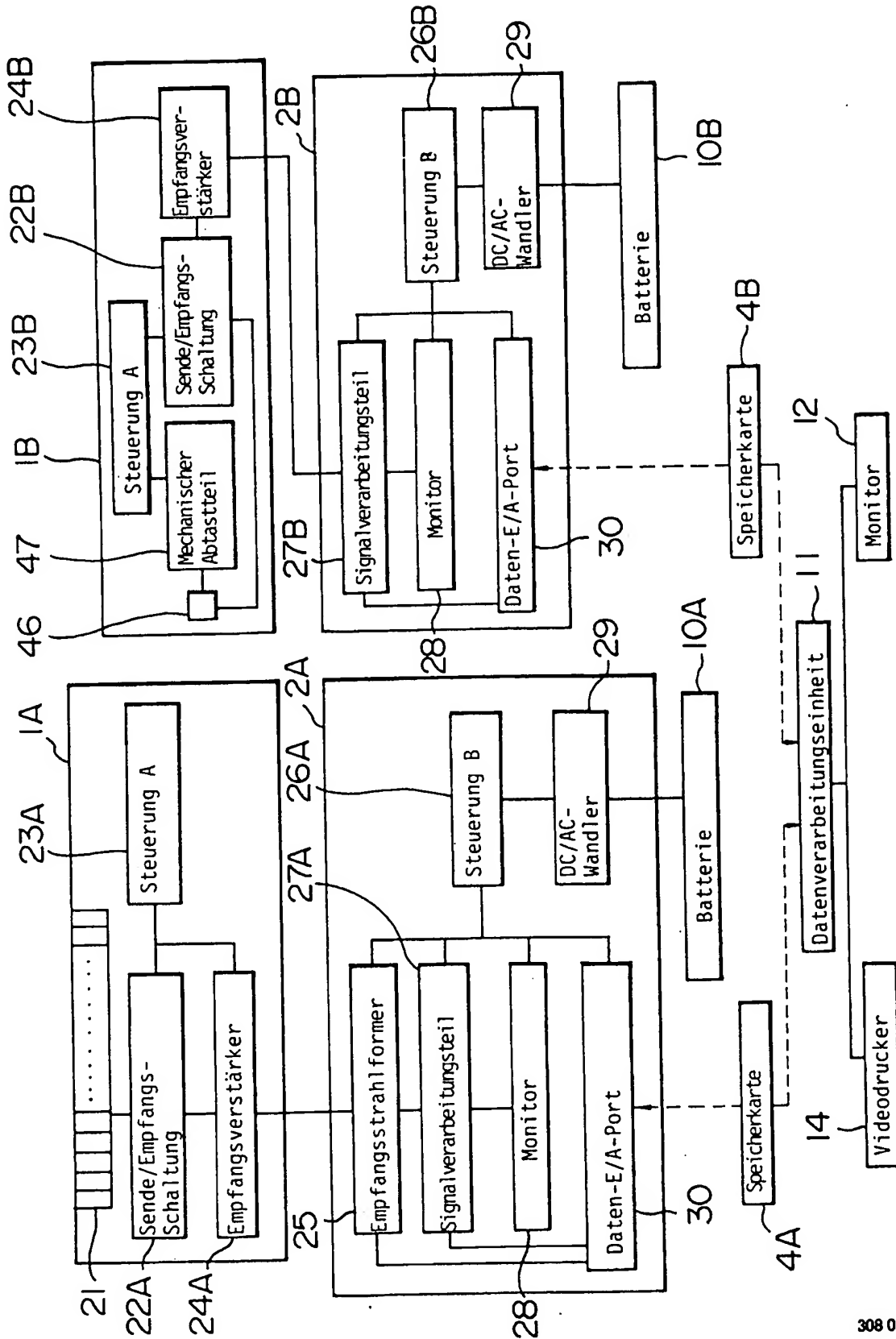


FIG. 3

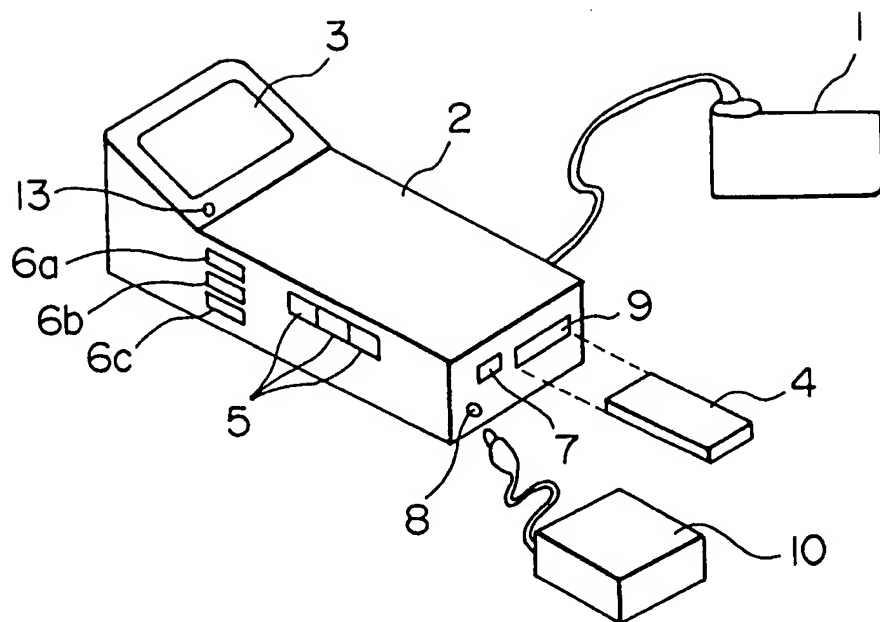




FIG. 4

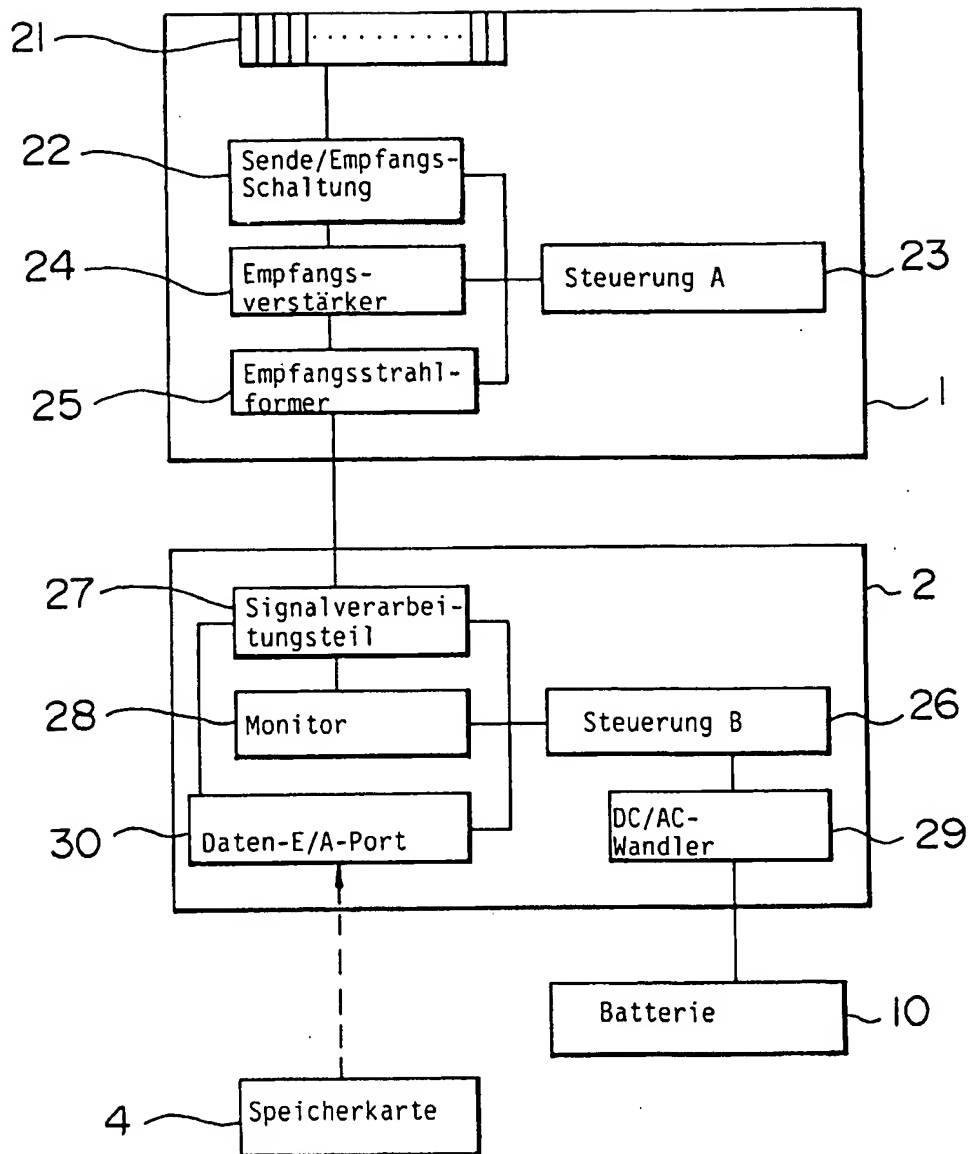


FIG. 5

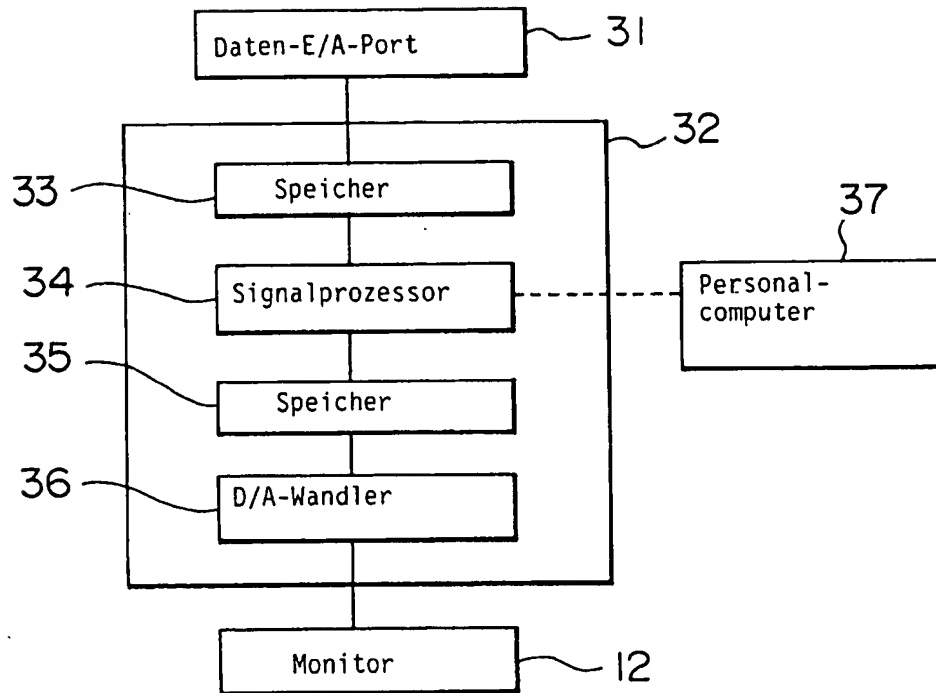


FIG. 6

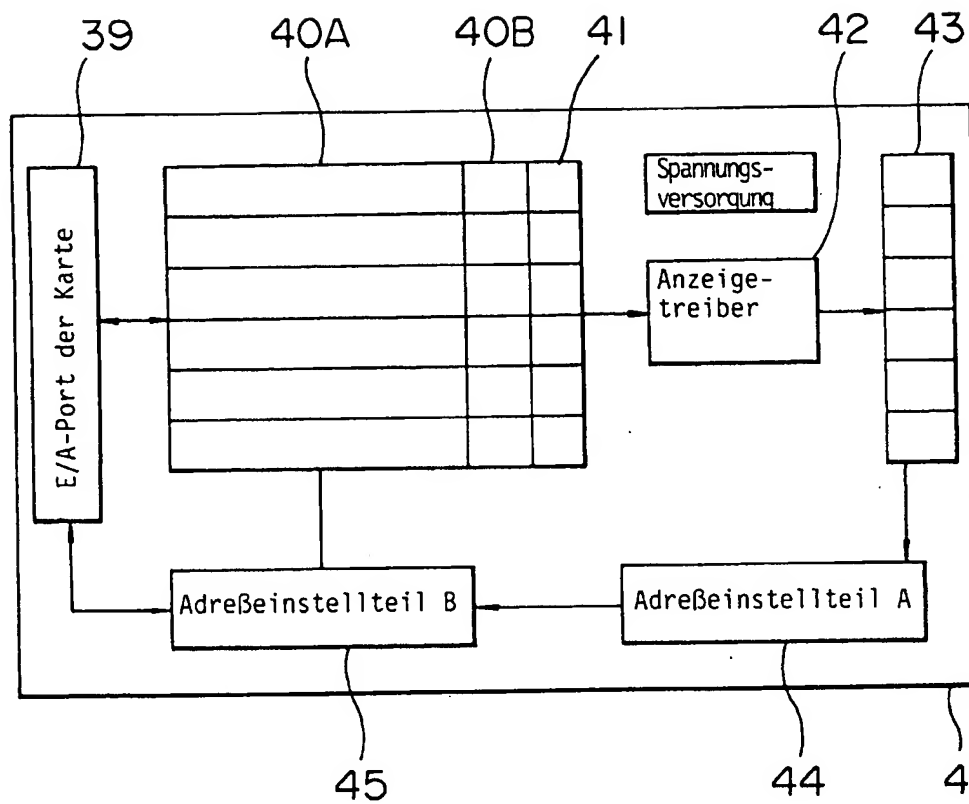


FIG. 7A

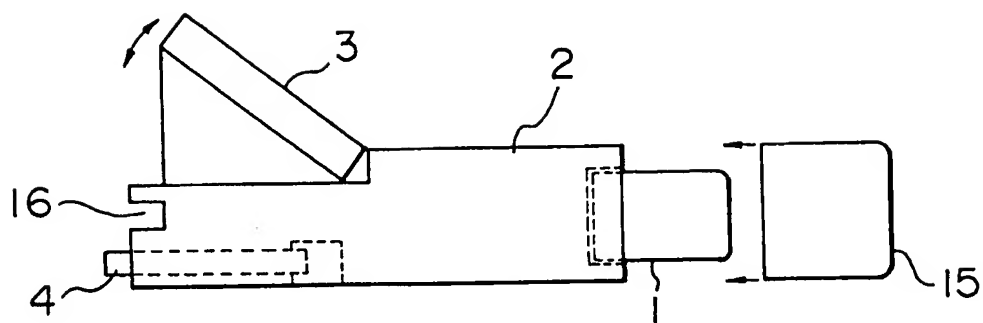


FIG. 7B

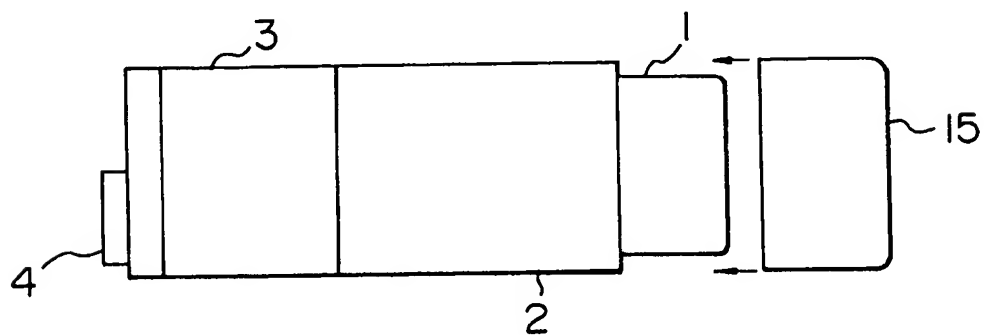


FIG. 7C

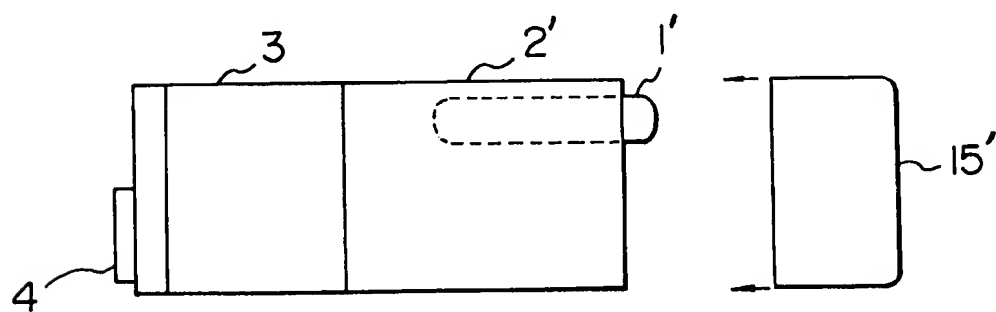


FIG. 8A

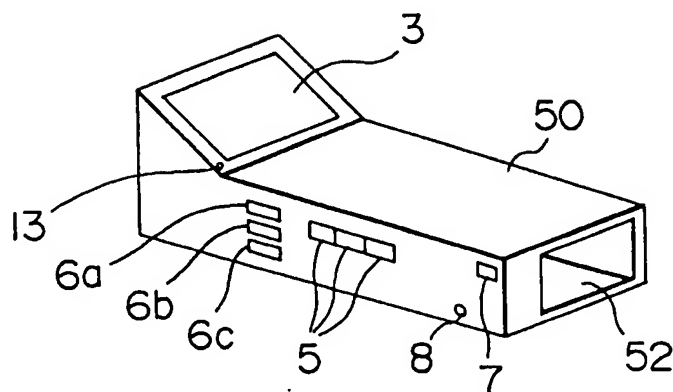


FIG. 8B

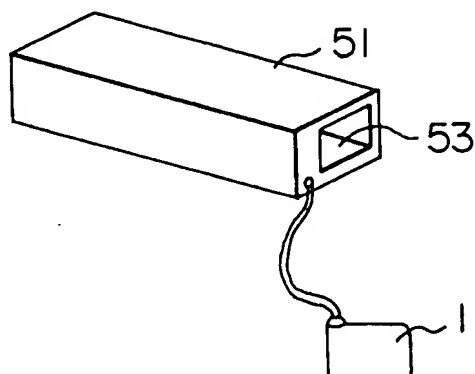


FIG. 9

Stand der Technik

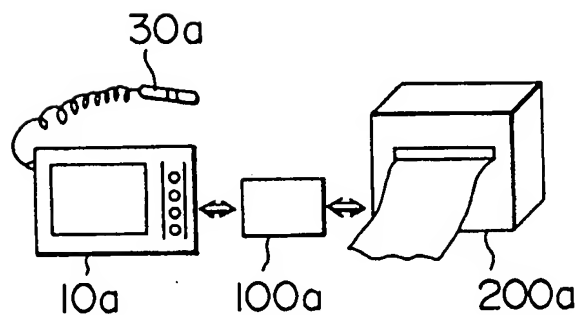


FIG. 10

Stand der Technik

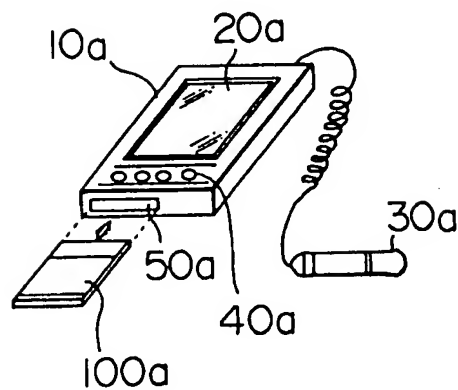


FIG. 11

Stand der Technik

